

¿Qué es la Imagen Óptica?

La tomografía por emisión de positrones (PET) es uno de los procedimientos más utilizados dentro de la imagen. La imagen óptica es una técnica de imagen que utiliza la luz para interrogar funciones celulares y moleculares en el cuerpo con vida, así como en tejidos de animales y plantas. La información obtenida depende últimamente de la composición del tejido y de sus procesos biomoleculares. Las imágenes se generan mediante el uso de fotones de luz con longitud de onda entre el ultravioleta y cercano al infrarrojo.

El contraste se deriva a través del uso de:

- Agentes exógenos que proporcionan una señal (por ejemplo, tintas o sondas de imagen)
- Moléculas endógenas con firmas ópticas (por ejemplo, NADH, hemoglobina, colágenos, etc.)
- Genes informadores

Imagen fluorescente

La imagen de proteínas fluorescentes utiliza moléculas exógenas o endógenas, o materias que emiten luz al ser activadas mediante el uso de fuentes de luz externa, como por ejemplo un láser. Una fuente de luz externa con una longitud de onda apropiada es utilizada para excitar la molécula, la cual se convertirá entonces en una molécula fluorescente mediante la emisión de un haz de luz de menor energía y mayor longitud de onda. La imagen de fluorescencia proporciona la habilidad de localizar y medir la expresión genética de genes normales y aberrantes, de proteínas, así como otros procesos fisiopatológicos. Otros usos posibles incluyen el tráfico celular, el etiquetado de estructuras superficiales, la detección de lesiones y la monitorización del crecimiento tumoral y la respuesta al tratamiento.

Imagen de bioluminiscencia (BLI)

La imagen de bioluminiscencia utiliza una proteína que emite luz (como la luciferasa) para rastrear el movimiento celular dentro del organismo, o para identificar la ubicación de reacciones químicas que ocurren dentro del cuerpo. La imagen de bioluminiscencia está siendo aplicada en la expresión génica y en la monitorización terapéutica.

¿Qué conlleva la realización de una PET?

El procedimiento comienza con la inyección intravenosa (IV) de una pequeña cantidad del radiotrazador, tal como la FDG. A continuación, existe un periodo de distribución o captación del trazador por los diferentes tejidos del cuerpo que suele durar entre unos 30 y 60 minutos. Seguidamente, el paciente es llevado a la cámara PET, donde detectores especiales son capaces de crear una imagen metabólica tridimensional de la distribución de la FDG en el organismo. Los estudios de PET son revisados e interpretados por un médico especializado y específicamente entrenado en la interpretación de este tipo de estudios, como un médico especializado en medicina nuclear o un radiólogo, el cual se encargara de discutir los resultados con el médico del paciente.

Tecnologías de imagen óptica

- **Imagen de fluorescencia con uso de luz cercana al infrarrojo:** implica la formación de imágenes con fotones fluorescentes en el rango cercano al infrarrojo (típicamente entre los 600 y 900 nm). Un fluorocromo es excitado por una fuente de luz de longitud de onda inferior, y la excitación emitida se detecta con una longitud de onda ligeramente superior gracias a una cámara con dispositivo de carga acoplada (CCD) de alta sensibilidad.
- **La tomografía óptica difusa (DOT)** se basa en el uso de la luz difusa que penetra los tejidos en múltiples proyecciones para producir imágenes tomográficas. La DOT utiliza formaciones de láseres y detectores en múltiples configuraciones geométricas alrededor del objeto.

La DOT, un hito muy importante en la imagen óptica de seres vivos, puede proporcionar información cuantitativa acerca de la absorción de la luz, la dispersión de luz, y la captación de agentes de contraste de fluorescencia. El tipo de DOT más utilizado, el cual ofrece una resolución espacial de varios milímetros, es el que mide cambios en la oxigenación de la sangre causados por la actividad neuronal.

- **La espectroscopia óptica difusa (DOS)** combina la luz cercana al infrarrojo de multifrecuencia con intensidad modulada y onda continua para cuantificar la absorción del tejido y el espectro de dispersión desde 650 hasta 1000nm. La DOS permite el análisis cuantitativo de las concentraciones cromóforas de oxihemoglobina, deoxihemoglobina, metahemoglobina, agua y lípidos en los tejidos.
- **El microscopio confocal es un método** de microscopía óptica en el que las estructuras en el plano enfocado son visibles y las que están fuera del plano enfocado están suprimidas. La obtención de imágenes de diferentes planos enfocados permite la colección de conjuntos de datos de imágenes microscópicas tridimensionales. El microscopio confocal proporciona varias ventajas en comparación con la microscopía óptica convencional, incluyendo: la capacidad de controlar la profundidad del campo, la posibilidad de eliminar la información proporcionada por la imagen desenfocada la cual degrada la imagen y la capacidad de obtener secciones ópticas consecutivas en especímenes gruesos. Otras tecnologías de imagen óptica incluyen:
 - Dispersión Raman Coherente
 - Imagen ponderada en superficie
 - Detección de phase-array
 - Imagen multifotónica
 - Microscopía intravital

Aplicaciones clínicas

- La imagen fluorescente está empezando a ser utilizada en ensayos clínicos en áreas como la imagen de mama y la imagen endoscópica
 - Utilizando la ecografía como método de localización, la tomografía óptica difusa es capaz de medir la absorción de la luz dentro el tejido mamario para cuantificar el contenido de hemoglobina y los niveles de oxigenación de la sangre, y así poder ayudar en la diferenciación entre tejido canceroso temprano y lesiones benignas.
 - La espectroscopia óptica difusa de hemoglobina y deoxihemoglobina en tumores de mama también parece

ser prometedora como biomarcador de quimioterapia neoadyuvante eficaz en pacientes oncológicos.

- La Imagen óptica puede ser utilizada
 - en la detección de:
 - cáncer de ovario
 - lesiones superficiales malignas de la piel
 - linfoma
 - adenoma intestinal
 - escaneo intraoperatorio
 - seguimiento del tráfico de células madres in vivo
 - la monitorización de la respuesta al tratamiento
- Ventajas
 - La microscopia confocal es capaz de proporcionar información en tiempo real que permite guiar a los cirujanos durante endoscopias y cirugías.
 - La imagen óptica posee una sensibilidad y resolución exquisita.
- Limitaciones
 - La imagen óptica solo es capaz de penetrar unos pocos centímetros en el tejido.
 - Posee limitaciones relacionadas con la absorción y la dispersión de la luz
 - La falta de instrumentación clínica convencional.

Investigación

Hasta la fecha, la imagen óptica ha sido principalmente utilizada en animales de laboratorio e in vitro, aunque su uso clínico está aumentando, especialmente en la evaluación endoscópica y en el estudio del colon, del corazón y de las malignidades ginecológicas.

Una gran parte de la investigación básica se lleva a cabo con células y animales diseñados para convertirse en modelos de una enfermedad específica (modelos animales de enfermedad). Las técnicas de imagen óptica molecular se han convertido en herramientas esenciales para el estudio de estos modelos animales de enfermedad, proporciona información única acerca de la patogénesis de enfermedades, el desarrollo de fármacos y los efectos de la terapia.

En la práctica, la imagen molecular puede complementar – y en algunos casos sustituir- las técnicas de laboratorios convencionales. La Imagen óptica permite la obtención de imágenes no invasivas y de repetición de procesos biológicos dinámicos in vivo. Tanto la bioluminiscencia como la imagen fluorescente han utilizadas para evaluar los cambios farmacodinámicos de agentes terapéuticos in vivo, para establecer parámetros de dosificación y para guiar ensayos clínicos iniciales y con el tiempo aplicaciones clínicas.

La Imagen Óptica en el Futuro Próximo

En desarrollo dentro del campo de la imagen óptica se encuentran:

- Nuevas sondas moleculares y nanomateriales, incluyendo:
 - sondas de imagen basadas en la fluorescencia cercana al infrarrojo que permite detectar lesiones en unos pocos centímetros de profundidad dentro del tejido.
 - agentes de contraste dirigidos a moléculas específicas, especialmente aquellos agentes en los que la fluorescencia es suprimida hasta que es liberada por una enzima o un objetivo definido.
 - sondas multimodales de imagen molecular específicamente diseñadas para la caracterización de un tejido determinado, las cuales pueden ser detectadas mediante técnicas de imagen híbrida que combinan la imagen óptica con PET o SPECT.
 - puntos cuánticos: nanopartículas fluorescentes que emiten luz cuando son expuestas a la luz ultravioleta, para uso en el tratamiento del cáncer y otras enfermedades.
- La imagen dinámica de transformaciones celulares a nivel molecular, la cual proporciona una imagen visual de la dinámica de proteínas, ADN, ARN y lípidos durante la desintegración celular.
- La terapia fotoablativa, en la que nanoesferas de oro son calentadas con luz cercana al infrarrojo para tratar melanoma
- el uso de la tomografía óptica difusa para distinguir entre lesiones de mama malignas y benignas
- la terapia fotodinámica
- la tomografía fotoacústica o la ecografía inducida por láser

La Tomografía Fotoacústica (PAT)

En la tomografía fotoacústica, un haz láser de pulso corto se dirige al área del cuerpo a estudio. Parte de la luz es absorbida y parcialmente transformada en calor, lo que causa una expansión termoelástica y un incremento de la presión. Este incremento de presión crea una onda ultrasónica o fotoacústica, que puede ser detectada mediante el uso de un transductor. La dispersión ultrasónica en el tejido biológico es mucho más débil que la dispersión óptica, lo que permite una resolución espacial a profundidades más allá de los límites de la difusión óptica. Aplicaciones clínicas potenciales con la PAT incluyen:

- detección temprana de melanoma
- imagen endoscópica del colon y tracto gastrointestinal
- imágenes del cerebro en adultos y neonatos
- imagen del cáncer de mama

- imagen del cáncer de próstata
- biopsia guiada por la imagen del ganglio linfático centinela para el estadiaje del cáncer
- predicción temprana de la respuesta a la quimioterapia
- dosimetría en la terapia térmica
- obtención de imágenes de flujo sanguíneo, oxigenación y metabolismo de tejido

Para aprender más acerca de la medicina nuclear y la imagen molecular, incluyendo las últimas novedades, visite la página web DiscoverMI en www.discovermi.org.

Este folleto es una publicación de la Sociedad de Medicina Nuclear e Imagen Molecular (SNMMI), con sede en Reston, Va, una organización científica y profesional sin fines de lucro que promueve la ciencia, tecnología, y aplicación práctica de la imagen y terapia molecular. La misión de la SNMMI es mejorar la salud mediante el avance de la imagen y la terapia molecular.

El material presentado en este folleto tiene sólo propósitos informativos y no pretende ser un sustituto de las conversaciones entre usted y su médico. Asegúrese de consultar con su médico o el departamento de medicina nuclear donde tendrá lugar su tratamiento si desea más información acerca de este u otros procedimientos de medicina nuclear.

Acerca de la SNMMI

La Sociedad de Medicina Nuclear e Imagen Molecular (SNMMI) es una organización científica y médica internacional dedicada a la sensibilización del público acerca de los beneficios de la imagen y terapia nuclear y molecular, y a proporcionar a los pacientes la mejor asistencia sanitaria posible. Con más de 18.000 miembros, la SNMMI ha tenido una posición de liderato en la unificación, el avance y la optimización de la medicina nuclear y la imagen molecular desde 1954.